

19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift
11 DE 31 01 629 A1

51 Int. Cl. 3:
H02 K 29/02

21 Aktenzeichen:
22 Anmeldetag:
43 Offenlegungstag:

P 31 01 629.4
20. 1. 81
26. 8. 82

71 Anmelder:
TELDIX GmbH, 6900 Heidelberg, DE

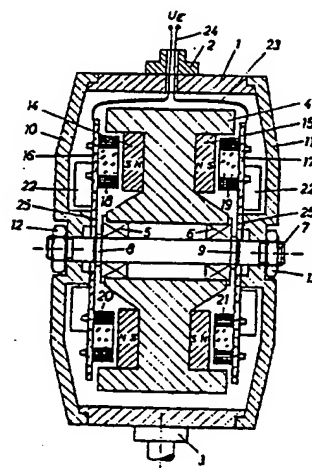
72 Erfinder:
Ruff, Gerd, 6900 Heidelberg, DE

56 Recherchenergebnis gem. § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG:

DE-AS	25 00 994
DE-AS	21 43 752
DE-OS	29 34 183
DE-OS	28 31 774
DE-OS	21 60 679
DD	93 592
FR	14 95 842

64 Kollektorloser Gleichstrommotor

Die Erfindung betrifft einen kollektorlosen Gleichstrommotor z.B. für Kreiselanwendung. Der Rotor (4) des Motors ist mit Dauermagneten (14, 15) an den Stirnseiten bestückt, welche in Umfangsrichtung wechselweise polarisiert sind. Der Stator besteht aus mindestens zwei Phasen, die mittels berührungslos arbeitenden Sensoren geschaltet werden. Die Spulen (18-21) dieser Phasen sind stirnseitig gegenüber den Permanentmagneten erfindungsgemäß auf Platinen (16, 17) angeordnet, auf welchen auch die Kommutierungselektronik und die Sensoren befestigt sind. Auf diesen Platten sind gleichzeitig auch gedruckte Schaltungen aufgebracht, welche die einzelnen Bauelemente elektrisch verbindet. Die Spulen bestehen aus einem Wickelkörper, in welchem zwei Anschlußstifte befestigt sind. Die Enden des auf den Wickelkörper gewickelten Spulendrahtes sind an den Anschlußstiften angeschweißt. Die gesamte Spule wird in der Art eines elektrischen Bauteils mittels den Anschlußstiften auf der Platine fixiert und an den Leiterbahnen angelötet. (31 01 629)



Stator =
Spulen auf
Platine!

DE 31 01 629 A1

BEST AVAILABLE COPY

DE 31 01 629 A1

P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Kollektorloser Gleichstrommotor, insbesondere für
Kreiselanwendung mit einer Mehrzahl von etwa kreis-
förmig um die Längsachse des Rotors angeordneten,
axial polarisierten Dauermagneten und mit einer wenig-
stens zweiphasigen, aus mehreren auf einen Spulenkern
gewickelten Einzelspulen bestehenden, auf dem Stator
angeordneten Wicklung, wobei zwischen den Magneten und
der Wicklung ein axialer Luftspalt liegt, wobei die
Wicklungen von einer auf einer am Stator untergebrach-
ten Kommutierungselektronik angesteuert wird, dadurch
gekennzeichnet, daß die Platine (16) gleichzeitig als
Träger der mehreren Einzelspulen (18) dient, wozu die
Einzelspulen im Spulenkern (31) befestigte und mit den
Spulenenden (29, 30) elektrisch verbundene Anschluß-
stifte (25, 26) aufweisen und diese in Öffnungen der
Platine (18) eingesteckt sind und die eingesteckten En-
den der Stifte (25, 26) mit der gedruckten Schaltung
verlötet sind.
2. Gleichstrommotor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeich-
net, daß die Kommutierungselektronik (22) als ein inte-
griertes elektronisches Bauteil ausgebildet ist.
3. Gleichstrommotor nach Anspruch 1 oder 2, dadurch ge-
kennzeichnet, daß auf der zweiten Stirnseite des Ro-
tors (4) weitere Permanentmagnete (15) angeordnet sind
und in Bezug zu diesen eine zweite Platine (17) mit Ein-
zelspulen (19) angeordnet ist, wobei diese mit den Ein-
zelspulen (18) der ersten Platine (16) verbunden sind.
4. Gleichstrommotor nach Anspruch 3, dadurch gekennzeich-
net, daß ein Teil der Motorkommutierung (22) auf der
zweiten Platine (1) untergebracht ist und dieser Teil
und die Spulen (19) mittels Leitungen (23) mit dem an-

deren Teil der Motorkommutierung (22) und den Einzelspulen (18) der ersten Platine (16) verbunden sind.

5. Gleichstrommotor nach Anspruch 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Wicklungsenden (29, 30) mittels Laserstrahl o.ä. an die Stifte (25, 26) angeschweißt sind.
6. Gleichstrommotor nach einem der Ansprüche 1 - 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Wicklung (27) der einzelnen Spule (18, 19) aus einer dünnen Leiterfolie besteht und die Breite der Folie vorzugsweise der Breite der Spule entspricht und daß diese Leiterfolie mittels einer zwischen den einzelnen Lagen der Wicklung liegenden Folie elektrisch isoliert ist.
7. Gleichstrommotor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zur Ermittlung der Motordrehzahl die Spulen einer Phase eine gegenüber weiteren Phasen größere Windungszahl aufweist, und dadurch eine gegenüber den weiteren Phasen höhere elektromotorische Kraft induziert wird, welche den Motorstrom beeinflusst und daß eine Auswerteschaltung vorgesehen ist, die eine durch die höhere elektromotorische Kraft verursachte Stromänderung auswertet und mittels der Frequenz der Stromänderung die Motordrehzahl bestimmt.
8. Gleichstrommotor nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß zur Ermittlung der Motordrehzahl ein auf einer Platine (16, 17) angeordnetes, elektromagnetische Wellen aussendendes Element angeordnet ist, daß diese elektromagnetischen Wellen mit der Rotationsfrequenz des Motors amplitudenmoduliert sind und daß außerhalb des Motors ein Empfänger vorgesehen ist, der die Amplitudenmodulation auswertet.

20181
3

3101629

T E L D I X G m b H

Postfach 10 56 08

Grenzhöfer Weg 36

6900 Heidelberg 1

Kollektorloser Gleichstrommotor

- 5 Die Erfindung betrifft einen kollektorlosen Gleichstrommotorlosen insbesondere für Kreiselanwendung mit einer Mehrzahl von etwa kreisförmig um die Längsachse des Rotors angeordneten, axial polarisierten Dauermagneten und mit einer wenigstens zweiphasigen, aus mehreren auf einen Spulenkern
10 gewickelten Einzelspulen bestehenden, auf dem Stator angeordneten Wicklung, wobei zwischen den Magneten und der Wicklung ein axialer Luftspalt liegt, wobei die Wicklungen von einer auf einer am Stator befestigten Platine in Form einer gedruckten Schaltung untergebrachten Kommutierungselektronik angesteuert wird.
15

- Es ist aus der DE-OS 21 43 752 ein Elektromotor bekannt, bei welchem auf dem Rotor Dauermagnete angeordnet sind, und
20 auf einem hohlen Formstück eine scheibenförmige Wicklung aufgebracht ist, wobei zwischen den Magneten und der Wicklung ein axialer Luftspalt besteht. Im Innern des hohlen Formstücks ist die Welle des Rotors geführt. Dadurch wird ein flacher Motoraufbau erreicht, der allerdings einen
25 großen Außendurchmesser aufweist und nur für niedrige Drehzahlen konzipiert ist.

- Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen kollektorlosen Gleichstrommotor zu schaffen, der sich durch einen
30 einfachen und kostengünstigen Aufbau auszeichnet und der insbesondere die Anforderungen, die an einen Kreiselmotor gestellt werden, wie z.B. hohe Drehzahl, geringe Abmessun-

gen, Temperaturstabilität und hohe Betriebszuverlässigkeit, erfüllt.

- 5 Gelöst wird diese Aufgabe dadurch, daß die Platine gleichzeitig als Träger der mehreren Einzelspulen dient, wozu die Einzelspulen im Spulenkern befestigte und mit den Spulenden elektrisch verbundene Anschlußstifte aufweisen und diese in Öffnungen der Platinen eingesteckt sind und die
10 eingesteckten Enden der Stifte mit der gedruckten Schaltung verlötet sind.

- Wird die gesamte Kommutierungselektronik, die aus den Sensoren zur Erfassung des Magnetfeldes, der Verknüpfungselektronik und den Verstärkerstufen für die einzelnen Phasen besteht, in einem integrierten Bauteil untergebracht, so ergibt sich in vorteilhafter Weise ein weiter vereinfachter und vor allem verkürzter Aufbau des Motors. Eine andere vorteilhafte Weiterbildung des Motors wird durch die Verwendung
20 eines weiteren auf der zweiten Stirnseite des Rotors angebrachten Permanentmagneten erreicht. Dadurch kann auch an dieser Seite eine Platine mit Spulen angeordnet werden. Durch Verbinden dieser Spulen mit denen der ersten Platine wird ein höherer Wirkungsgrad und eine gleichmäßigere Wärme-
25 verteilung erreicht.

- Auf dieser zweiten Platine kann auch ein Teil der Motorkommutierung untergebracht sein und somit in vorteilhafter Weise das Platzangebot vor allem bei beengten Platzverhältnissen günstig genutzt werden.
30

- Die Wicklungsenden können durch Löten, Kaltverschweißen o.ä. mit den Anschlußstiften verbunden werden, vorteilhaft hat sich jedoch das Anschweißen mittels Laserstrahl erwiesen,
35 da bei Verwendung von Spulen mit sehr dünnen Kupferdrähten ohne Vorbehandlung der Verbindungsstelle eine sichere Verbindung ermöglicht wird, die außerdem einen geringen Übergangswiderstand aufweist.

Die Anschlußstifte bilden in einfacher Weise sowohl die mechanische Zuordnung der Spule zur Platine als auch nach dem
5 Einlöten der Spule auf die Platine die elektrische Verbindung zu den Leiterbahnen.

Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung wird die Wicklung der Einzelspulen aus einer dünnen Leiterfolie aufgebaut, wobei
10 bei die einzelnen Lagen mittels einer elektrisch nicht leitenden Folie oder Schicht isoliert werden. Dadurch erreicht man einen wesentlich höheren Kupfer-Füllfaktor und damit eine bessere Ausnutzung des vorhandenen Platzes.

15 In manchen Anwendungsfällen erscheint es vorteilhaft, die Drehzahl des Motors exakt bestimmen zu können, ohne eine zusätzliche Übertragungsleitung zu verwenden. Erfindungsgemäß wird dies dadurch erreicht, daß eine oder mehrere Spulen einer Phase mit einer größeren Windungszahl versehen werden
20 und dadurch die induzierte elektromotorische Kraft (EMK) in dieser Phase größer gegenüber den anderen Phasen wird, was eine Änderung des Eingangsstromes bewirkt. Aus der zeitlichen Aufeinanderfolge der Stromänderungen, also der Periodendauer, gemessen außerhalb des Motors, kann die Drehzahl
25 des Motors berechnet werden.

Eine weitere Lösungsmöglichkeit des Problems besteht darin, auf die Platine des Motors ein Element anzuordnen, welches z.B. Lichtwellen, Mikrowellen oder andere für die Übertragung
30 von Impulsen geeignete elektromagnetische Wellen ausstrahlt. Dieses wird so geschaltet, daß pro Umdrehung oder einem Teil der Umdrehung des Motors ein Impuls ausgesendet wird. Mittels eines geeigneten Sensors, welcher außerhalb des Motors und eventuell auch außerhalb von, bei einem Kreis-
35 selgerät vorhandenen, Kardanrahmen angebracht ist, werden diese Impulse empfangen und einer Auswerteschaltung zugeführt.

Anhand der Zeichnungen werden Ausführungsbeispiele der Erfindung näher erläutert. Es zeigen

- Fig. 1 - einen Schnitt durch den Motor
- 5 Fig. 2 - den Aufbau einer einzelnen Motorspule
- Fig. 3 - Spannungs- und Stromverlauf der Motorphasen zur Drehzahlsensierung.

Der in Fig. 1 gezeigte Gleichstrommotor ist für Kreiselanwendung, z.B. Kurskreisel, geeignet.

- 10 Das Gehäuse 1 des Motors ist gleichzeitig der innere Rahmen des Kreisels und besitzt Lagerzapfen 2, 3 mit welchen dieser in einem weiteren hier nicht gezeigten Rahmen gelagert ist. Der Motor besteht aus einem Rotor 4, welcher mittels
- 15 Kugellager 5, 6 auf einer Achse 7 drehbar gelagert ist. Die Kugellager 5, 6 sind Flansch-Kugellager und werden mittels Schweißringen 8, 9 unter Vorspannung auf der Achse 7 befestigt. Die Achse ist in axialer Richtung verschiebbar in
- 20 zwei Gehäusedeckeln 10, 11 gelagert und kann mit zwei an den Achsenden angebrachten Muttern 12, 13 in der richtigen Position gesichert werden. Der Rotor 4 trägt an den Stirnseiten Magnetringe 14, 15, welche in mehrere Segmente unterteilt sind. Die Segmente sind in Umfangsrichtung wechselweise polarisiert. Von diesen durch Luftspalte stirnseitig getrennt sind auf zwei Platinen 16, 17 mehrere Einzelspulen 18
- 25 bis 21 mittels Lötstiften befestigt. Der Aufbau der Spulen ist weiter unten näher beschrieben. Auf den Platinen 16, 17 ist ferner die Kommutierungselektronik 22, bestehend aus im Bereich des Magnetfeldes eines Magnetings 14 angebrachten
- 30 Hallsensoren, Verknüpfungselektronik und Verstärkerstufen angeordnet. Die Elektronik kann aus mehreren diskreten Bauteilen oder aus einem integrierten Bauteil bestehen und wird auf die Platinen 16, 17, welche mit Leiterbahnen und Aufnahmebohrungen versehen sind, angelötet. Mittels der Leiterbahnen werden die Verbindungen von der Elektronik 22 zu den Spulen 18, 19 geschaffen. Die elektrische Verbindung der beiden
- 35 Platinen 18, 19 wird mit flexiblen Leitungsbändern oder Dräh-

ten 23 hergestellt. Diese Leitungen 23 verbinden die auf beiden Seiten angebrachten Spulen jeweils einer Phase und die Teile der Kommutierungselektronik 22. Ferner wird die Motoreingangsspannung U_E mittels zweier Anschlußdrähte 24 auf diese Leitung 23 geführt und von hier an die Platinen 16, 17 weitergeleitet. Die Platinen sind an den Auflagestellen 25 an den Gehäusedeckeln befestigt.

Den Aufbau der Einzelspule zeigt Figur 2. In Bohrungen des Spulenkörpers 31 sind Stifte 26, welche z.B. aus Schaltaht bestehen, eingebettet. Der Beginn der Wicklung, also der Drahtanfang, liegt in der Nähe eines Stiftes 26. Um ein Hineinragen des Anschlußdrahtes in den Luftspalt zu vermeiden, wird das Ende der Wicklung um diese herumgeführt und durch die Mittelbohrung 28 des Spulenkörpers 19 geleitet. Die Anschlußdrähte 29, 30 sind mittels Laserstrahlschweißen an den Stiften 26 befestigt. Die Spule kann so mit den Anschlußstiften 26 in geeignete Aufnahmелöcher der Platinen 16, 17 eingesteckt und mit den Leiterbahnen verlötet werden. Somit wird die mechanische Zuordnung der Spule und die elektrische Verbindung in einem Arbeitsgang hergestellt.

Figur 3 zeigt die graphische Darstellung des Spannungs- und Stromverlaufs bei Sensierung der Drehzahl mittels einer periodischen Stromänderung. Bei dem 3-phasig aufgebauten Motor besitzen eine oder mehrere Spulen der 3. Phase eine größere Windungszahl als die Phasen eins und zwei. Dadurch wird eine höhere EMK in dieser Phase induziert, die die Eingangsspannung U_E übersteigt. Der Eingangsstrom wird in diesem Fall zu Null. Aus der Periodendauer T der periodisch wiederkehrenden Strom-Nullstellen wird bei bekannter Magnetpolzahl die Drehzahl des Motors in einer außerhalb des Motors angeordneten Auswerteschaltung ermittelt.

-9-

Nummer:
Int. Cl.3:
Anmeldetag:
Offenlegungstag:

3101629
H 02 K 29/02
20. Januar 1981
26. August 1982

